



KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020010099042

(43) Publication Date. 20011109

(21) Application No.1020010049416

(22) Application Date. 20010816

(51) IPC Code:

G02B 5/20

(71) Applicant:

LEE, DOO HWAN

(72) Inventor:

LEE, DOO HWAN

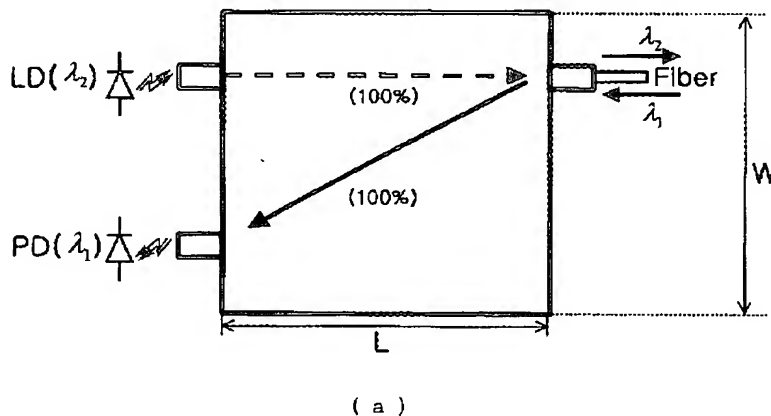
LEE, SANG SEON

(30) Priority:

(54) Title of Invention

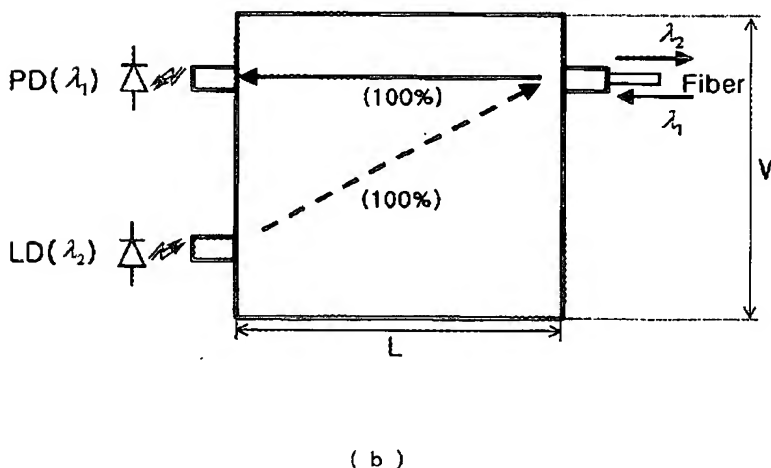
VARIABLE OPTICAL FILTER USING MULTI MODE INTERFERENCE

Representative drawing



(57) Abstract:

PURPOSE: A variable optical filter using a multi mode interference is provided to divide an optical power of a transmission light source having a second wavelength into a transmission line and a photodetector for a monitor by a predetermined ratio, and transmit a receiving optical power having a first wavelength to a receiving photodetector.



CONSTITUTION: A transmission light source and a receiving photodetector are coupled with one side of an optical filter through a transmission line. A transmission line is coupled with another side of the optical filter. An optical power of a transmission light source is transmitted to a transmission line in an opposite side. The transmission light source is connected to a predetermined

location and has a second wavelength. A receiving optical power having a first wavelength inputted through a transmission line is transmitted to a receiving photocoupler. The receiving photocoupler is located at a predetermined place of the same side as a transmission light source having the second wavelength.

© KIPO 2002

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
G02B 5/20

(11) 공개번호
(43) 공개일자

특2001-0099042
2001년11월09일

(21) 출원번호 10-2001-0049416

(22) 출원일자 2001년08월16일

(71) 출원인 이두환
대한민국
463-822
경기도 성남시 분당구 서현동 92번지 현대아파트 426동 2302호

(72) 발명자 이두환
대한민국
463-822
경기도 성남시 분당구 서현동 92번지 현대아파트 426동 2302호
이상선
대한민국
133-071
서울성동구행당1동147상부아파트101-1006

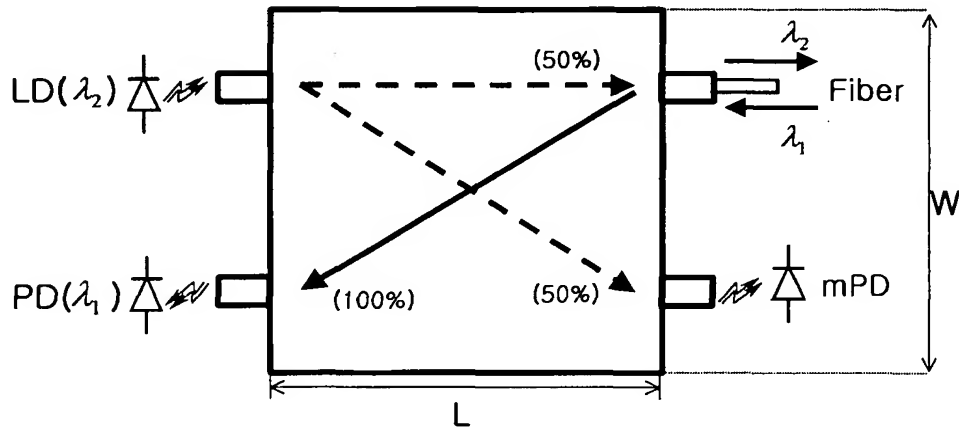
(77) 심사청구 있음

(54) 출원명 다중 모드 간섭을 이용한 가변 광필터

요약

다중 모드 간섭을 이용하여 광전력의 분배비율을 임의로 가변 할 수 있는 소자를 제시하는 바, WDM 광송수신 모듈에서 서로 다른 두 파장대를 분리하는 도파로형 광필터로서 집적화에 알맞고, 크기가 작으며, 제작 허용 오차가 크고, 저 손실, TE/TM 편광에 민감하지 않는 등 탁월한 특성을 가지고 있다.

대표도



명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 100:0 분배 비율의 다중 모드 도파로 광필터.
- 도 2는 50:50 분배 비율의 다중 모드 도파로 광필터.
- 도 3은 85:15 분배 비율의 다중 모드 도파로 광필터.
- 도 4는 78:22 분배 비율의 다중 모드 도파로 광필터.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

- LD : 송신 광원 PD : 수신 광검출기
- fiber : 전송로 mPD : 모니터용 광검출기
- L : 광필터의 길이 W : 광필터의 폭
- λ_1 : 제1파장 λ_2 : 제2파장

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

현재 사용되고 있는 통신 방식인 TDM(Time Division Multiplexing) 시스템에서 지원 가능한 최고 용량인 40Gbps로는 폭발적으로 증가하는 데이터를 효과적으로 수용할 수가 없기 때문에 새로운 형태의 통신망 구축이 요구되어져 왔다. 최근에는 이를 위해서 하나의 광섬유를 통해 수백 Gbps를 쉽게 지원할 수 있는 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 방식이 해결책으로 제안되어지고 있다.

이러한 WDM 시스템을 이용하게 되면, 가입자 종단에서 광/전, 혹은 전/광 변환을 해주는 송수신 모듈이 필수적으로 사용되어야 한다. 특히 상향의 1310nm와 하향의 1550nm 파장대의 양방향 통신이기 때문에 송수신 모듈에서 filtering을 담당하는 소자는 두 파장대를 분리하기 위한 핵심이 되는 중요한 요소이다. 이런 역할을 하는 소자로 지금까지는 방향성 결합기, 박막 필터, beam splitter 등을 이용해 왔다. 그러나 이러한 소자들이 효과적인 power routing 소자임에도 불구하고, beam splitter의 경우(한국 특허공개번호, 특2001-0041551), 광신호를 증폭하는 광섬유 증폭기에 관한 것으로, 특히 단일 광선로를 통해 양방향으로 광통신을 구현할 수 있도록 광신호를 양방향으로 모두 증폭시킬 수 있는 양방향성 광써클레이터 및 파장 분할기 모듈에 관한 기술이다. 이는 집적화 및 송수신 주변 회로를 모듈과 함께 구성하기가 어렵다. 박막 필터(한국특허공개번호, 특2001-0010582)는 박막간섭 필터로 어썬브리를 직선, 상하좌우, 또는 회전케 하여 원하는 파장을 추가 및 추출할 수 있도록 하는 소자에 관한 것이고, 방향성 결합기(한국특허공개번호, 특1999-0020073)는 다중화된 광도파로로 브래그 회절격자의 주기와 굴절률을 외부의 신호를 통해 변화케 하여 동작파장을 가변할 수 있도록 한 드롭/패스(drop/pass) 필터에 관한 것이다. 그러나 이들은 집적화가 가능하나 소자의 크기 소형화의 한계, 낮은 제작 허용 오차 등 문제점이 내재되어 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이에 대한 대안으로 다중 모드 간섭 이론을 이용하여, 소정의 폭과 길이를 갖는 스트롱 가이드(strong guiding) 도파로 구조의 필터에 있어서, 일측에 송신 광원과 수신 광검출기를 직접 혹은 전송로를 통하여 커플링하고, 반대측에 전송로와 모니터용 광검출기를 직접 혹은 전송로를 통하여 커플링하여, 소정의 위치에 연결된 제2파장의 송신 광원의 광전력이 길이방향으로 반대측의 전송로 및 모니터용 광 검출기로 소정의 비율로 분배되어 전달되고, 동시에, 전송로로부터 입사되는 제1파장의 수신 광전력이, 제2파장의 송신 광원과 동일한 축의 소정의 지점에 위치한 수신 광검출기로 전량, 혹은 소정의 비율로 전달되도록 하는 것을 특징으로 하는 광필터를 제안한다. 다중 모드 간섭을 이용한 광필터는 집적화에 적합하고, 크기가 작으며, 제작 허용 오차가 크고, 저 손실, TE/TM 편광에 민감하지 않는 등 탁월한 특성을 가지고 있어 WDM 시스템 구현에 중요한 기반이 될 수 있다.

발명의 구성 및 작용

다중 모드 간섭 소자는 다중 모드 도파로로 이루어져 있는 것으로, 임의의 입력파가 인가되었을 경우 특정한 길이에서 모드간의 보강 간섭이 일에서 여기된 파의 상을 재생시키는 것이다. 이것은 자기 상 맺힘이라고 하는 광 고유의 특성으로, 도파로의 진행 방향에 따라 주기적인 간격을 두고 한 개 내지는 여러 개의 상을 만들게 되는 현상이다. 이에 대한 기본적인 원리는 광학회 논문(J. Lightwave Technol., vol. 13 p.615, 1995.)에 기재되어 있다.

다중 모드 간섭을 이용한 필터의 제1 실시예는 제1 도에 보인 바와 같이, 전송로인 광섬유의 출력이 수신 광검출기인 PD(Photo Detector)로 전달(100%)되고, 송신 광원인 LD(Laser Diode)의 출력이 전송로(광섬유)로 전달(100%)되는 것을 특징으로 한다. 다중 모드 도파로(폭은 W, 길이는 L)는 모든 유기 모드를 도파로 내에 완벽하게 가두는(Strong Guiding) 구조의 도파로로서, 제1파장(λ_1)의 수신 광검출기, 제2파장(λ_2)의 송신 광원과 전송로의 입출력 단자의 구성을 갖는다. 전송로에서 입력된 beam(λ_1)은 수신 광검출기로, 송신 광원에서 출력된 beam(λ_2)은 전송로로 연결되어지는 광필터이다. 이러한 광필터를 사용하는 경우는 송신 광원의 모니터를 위한 출력은 다중 모드 간섭 필터를 통하지 않고 송신 광원의 반대편 출력면을 통해 모니터용 광검출기에 입사되었던지 혹은, 송신 광원/광검출기 입체형의 광원을 이용하는 경우에 해당된다.

제1 도에 보인 바와 같이, 전송로로부터 입력 beam(λ_1)은 수신 광검출기로 진행하고, 송신 광원의 출력 beam(λ_2)은 전송로로 진행하며 cross 혹은 bar state(제1 도 (a),(b))에 하나의 자기 상을 맺는다. 입력 위치가 다중 모드 도파로의 일반적인 지점인 경우, 일반 간섭(general interference)을 이용하게 되면, 원하는 개수의 자기 상이 맺히는 길이는 식(1)과 같다.

$$L = \frac{M}{N} (3L_\pi) \quad , \quad \text{식(1)}$$

M은 주기성을 나타내는 정수이고, N은 자기 상의 개수, L_π 는 결합 길이(식(2))이다.

$$L_\pi = \frac{\pi}{(\beta_0 - \beta_1)} \simeq \frac{4n_e W_e^2}{3\lambda_0} \quad \text{식 (2)}$$

여기서 β_0 , β_1 는 기본 모드와 1차 모드의 전파 상수이고, λ_0

는 파장, n_e 은 유효 굴절률, W_e 는 유효 폭으로 기본 모드가 실제 유기 되는 폭을 나타낸다. 식 (2)에서 보는 바와 같이 파장이 달라지게 되면, 결합 길이가 달라지게 된다. 따라서 두 파장대의 길이가 같아지게 되는 임의의 정수에서 필터의 길이가 결정되어진다.

$$L_{N=1}^{\lambda_1} = p(3L_\pi^{\lambda_1}) \quad , \quad L_{N=1}^{\lambda_2} = q(3L_\pi^{\lambda_2}) \quad \text{식(3)}$$

여기서 L_N^λ 에서 N은 자기 상의 개수, $\lambda_{1,2}$ 는 파장을 나타내고, p와 q는 임의의 정수이다. 이때 전송로의 출력 beam이 cross state인 경우 p는 홀수, q는 짝수이다. bar state인 경우 p는 짝수, q는 홀수이다.

입출력 위치가 다중 모드 도파로의 1/3 또는 2/3 되는 지점에서의 경우(제1도 (c), (d))는 쌍간섭(paired interference)을 이용하게 되면, 원하는 개수의 자기 상이 맺히는 길이는 식(4)으로 표현된다.

$$L = \frac{M}{N} L_{\pi}, \quad \text{식(4)}$$

이 경우, 결함 길이는

$$L_{N=1}^{\lambda_1} = p(L_{\pi}^{\lambda_1}), \quad L_{N=1}^{\lambda_2} = q(L_{\pi}^{\lambda_2}) \quad \text{식(5)}$$

여기서 L_N^{λ} 에서 N은 자기 상의 개수, $\lambda_{1,2}$ 는 파장을 나타내고, p와 q는 임의의 정수이다. 이때 전송로의 출력 beam이 cross state인 경우 p는 홀수, q는 짝수이다. bar state인 경우 p는 짝수, q는 홀수이다.

두 파장대의 결함 길이 비율은 도파로의 구조와 파장에 따라 달라지게 되는데, 이 경우 하나의 도파로에서의 전송이기 때문에 구조에 의한 차이는 없게 되고, strong-guiding 도파로인 경우, 결함 길이 비율은 결국에는 두 파장의 비율과 같게 된다. 식 (2)에서 보는 바와 같이 파장이 달라지게 되면, 결함 길이가 달라지게 된다. 따라서, 광필터의 길이는 두 파장대의 길이가 같아지게 되는 임의의 정수에 의해서 결정되어진다. 소자의 길이를 도출하기 위한 파라미터인 비트 길이 비율(beat length ratio)은 식 (6)과 같이 된다.

$$\text{beat length ratio}_{1,2} = L_{\pi N=1}^{\lambda_1} / L_{\pi N=1}^{\lambda_2} = p/q \quad \text{식(6)}$$

상기 제1 실시예에서, strong guiding이 되는 buried 구조의 Silica-on-Silicon 다중 모드 도파로(폭(W)은 $36\mu\text{m}$, 두께(d)는 $6\mu\text{m}$)의 코어(core)에 Ge를 도핑하여 클래드(clad) 부분의 굴절률보다 0.75%의 차이가 나도록 하면, $n_{\text{core}} = 1.3692$, $n_{\text{clad}} = 1.3590$ 이 된다. 이때 적용되는 파장이 $\lambda_1 = 1550\text{nm}$ 와 $\lambda_2 = 1310\text{nm}$ 인 경우, 비트 길이 비율(p/q)이 최대한 1.183에 근접하며 길이가 최소일 때는 6/5이고,

$$L = 6L_{\pi}^{1550} \approx 5L_{\pi}^{1310} = 11032.1\mu\text{m} \text{ 이 된다.}$$

다중 모드 간섭을 이용한 필터의 제2 실시예는 제2 도에 보인 바와 같이, 전송로인 광섬유의 출력이 수신 검출기인 PD(Photo Detector)로 전달되고, 송신 광원인 LD(Laser Diode)의 출력은 둘로 나뉘어서 전송로와 모니터용 광검출기인 mPD로 전달되는 것을 특징으로 한다. 다중 모드 도파로(폭은 W, 길이는 L)는 모든 유기 모드를 도파로 내에 완벽하게 가두는(Strong Guiding) 구조의 도파로로서, 제1 파장(λ_1)의 수신 광검출기, 제2 파장(λ_2)의 송신 광원, 전송로와 모니터용 광검출기의 입출력 단자로 구성된다. 전송로로부터 입력 beam(λ_1)은 수신 광검출기로 진행하게 되며, cross 혹은 bar state (제2 도 (a),(b))에 하나의 자기 상을 맞는다. 송신 광원의 출력 beam(λ_2)은 모니터링 기능을 위한 신호 출력(50%)과 전송로로의 출력(50%)으로 나뉜다.

입력 위치가 다중 모드 도파로의 일반적인 지정인 경우, 일반 간섭(general interference)을 이용하게 되면, 원하는 개수의 자기 상이 맞는 길이는 제1 실시예의 식(1)과 식(2)에 의해서 다음과 같이 표현된다.

$$L_{N=1}^{\lambda_1} = p(3L_{\pi}^{\lambda_1}), \quad L_{N=2}^{\lambda_2} = \frac{q}{2}(3L_{\pi}^{\lambda_2}) \quad \text{식(7)}$$

여기서 L_N^{λ} 에서 N은 자기 상의 개수, $\lambda_{1,2}$ 는 파장을 나타내고, p와 q는 임의의 정수이다. 이때 전송로의 출력 beam이 cross state인 경우 p와 q는 홀수이다. bar state인 경우 p는 짝수, q는 홀수이다.

입출력 위치가 다중 모드 도파로의 1/3 또는 2/3 되는 지정에서의 경우(제2 도 (c),(d))는 쌍간섭(paired interference)을 이용하게 되면, 원하는 개수의 자기 상이 맞는 결함 길이는 제1 실시예의 식(4)에 의해서 다음과 같다.

$$L_{N=1}^{\lambda_1} = p(L_{\pi}^{\lambda_1}), \quad L_{N=2}^{\lambda_2} = \frac{q}{2}(L_{\pi}^{\lambda_2}) \quad \text{식(8)}$$

여기서 L_N^{λ} 에서 N은 자기 상의 개수, $\lambda_{1,2}$ 는 파장을 나타내고, p와 q는 임의의 정수이다. 이때 전송로의 출력 beam이 cross state인 경우 p와 q는 홀수이다. bar state인 경우 p는 짝수, q는 홀수이다.

두 파장대의 결함 길이 비율은 도파로의 구조와 파장에 따라 달라지게 되는데, 이 경우 하나의 도파로에서의 전송이기 때문에 구조에 의한 차이는 없게 되고, strong-guiding 도파로인 경우, 결함 길이 비율은 결국에는 두 파장의 비율과 같게 된다. 식 (2)에서 보는 바와 같이 파장이 달라지게 되면, 결함 길이가 달라지게 된다. 따라서, 광필터의 길이는 두 파장대의 길이가 같아지게 되는 임의의 정수에 의해서 결정되어진다. 소자의 길이를 도출하기 위한 파라미터인 비트 길이 비율(beat length ratio)은 식(9)과 같이 된다.

$$\text{beat length ratio}_{1,2} = L_{\pi N=1}^{\lambda_1} / L_{\pi N=2}^{\lambda_2} = \frac{2p}{q} \quad \text{식(9)}$$

입출력 위치가 다중 모드 도파로의 1/4 또는 1/2 되는 지정에서의 경우는 전송로로부터 입력 beam(λ_1)은 수신 광검출기로 진행하게 되며, cross 혹은 bar state (제2도 (e),(f))에 하나의 자기 상을 맞는다. 송신 광원의 출력 beam(λ_2)은 모니터링 기능을 위한 신호 출력(50%)과 전송로로의 출력(50%)으로 나뉜다. 원하는 개수의 자기 상이 맞는 결함 길이는 제1 실시예의 식(1)과 식(2)에 의해서 다음과 같다.

$$L_{N=1}^{\lambda_1} = p(3L_{\pi}^{\lambda_1}), \quad L_{N=2}^{\lambda_2} = \frac{q}{2}\left(\frac{3}{4}L_{\pi}^{\lambda_2}\right) \quad \text{식(10)}$$

여기서 L_N^{λ} 에서 N은 자기 상의 개수, $\lambda_{1,2}$ 는 파장을 나타내고, p

와 q 는 임의의 정수이다. 이때 전송로의 출력 beam이 cross state인 경우 p

와 q 는 홀수이다. bar state인 경우 p 는 짝수, q 는 홀수이다. 이 경우 결합 길이를 도출하기 위한 파라미터인 비트 길이 비율(beat length ratio)은 식(11)과 같이 된다.

$$\text{beat length ratio}_{1,2} = L_{\pi N=1}^{\lambda_1} / L_{\pi N=2}^{\lambda_2} = \frac{8p}{q} \quad \text{식(11)}$$

상기 제2 실시예에서, strong guiding이 되는 buried 구조의 Silica-on-Silicon 다중 모드 도파로(폭(W)은 $36\mu\text{m}$, 두께(d)는 $6\mu\text{m}$)의 코어(core)에 Ge를 도핑하여 클래드(clad) 부분의 굴절률보다 0.75%의 차이가 나도록 하면, $n_{\text{core}} = 1.3692$, $n_{\text{clad}} = 1.3590$ 된다. 이때 적용되는 파장이 $\lambda_1 = 1550\text{nm}$ 와 $\lambda_2 = 1310\text{nm}$ 인 경우, 비트 길이 비율($2p/q$)이 최대한 1.183에 근접하며 길이가 최소일 때는 6/5이고,

$$L = 3L_{\pi}^{1550} \approx \frac{5}{2} L_{\pi}^{1310} = 5513.0\mu\text{m} \text{ 이 된다.}$$

다중 모드 간섭을 이용한 필터의 제3 실시예는 제3 도에 보인 바와 같이, 다중 모드 도파로(폭은 W, 길이는 L)는 모든 유기 모드를 도파로 내에 완벽하게 가두는(Strong Guiding) 구조의 도파로로서, 제1파장(λ_1)의 수신광검출기인 PD(Photo Detector), 제2파장(λ_2)의 송신 광원인 LD(Laser Diode), 전송로인 광성유와 모니터용 광검출기인 mPD의 입출력 단자로 구성된다. 전송로로부터 입력 beam(λ_1)은 수신 광검출기로 진행하게 되며, cross 혹은 bar state (제3 도 (a),(b))에 하나의 자기 상을 맞는다. 송신광원의 출력beam(λ_2)은 상의 강도(intensity)와 상대위상(relative phase)에 따른 겹침 현상 (image overlapping)에 의해서 4개의 상이 2개의 상으로 겹쳐져서 전송로(85%)와 모니터용 광검출기(15%)로 전달되는 것을 특징으로 한다.

입력 위치가 다중 모드 도파로의 W/4와 3W/4인 경우, 일반 간섭(general interference)을 이용하게 되면, 원하는 개수의 자기 상이 맞는 길이는 제1 실시예의 식(1)과 식(2)에 의해서 다음과 같이 표현된다.

$$L_{N=1}^{\lambda_1} = p(3L_{\pi}^{\lambda_1}) \quad , \quad L_{N=4}^{\lambda_2} = \frac{q}{4}(3L_{\pi}^{\lambda_2}) \quad \text{식(12)}$$

여기서 L_N^{λ} 에서 N은 자기 상의 개수, $\lambda_{1,2}$ 는 파장을 나타내고, p 와 q 는 임의의 정수이다. 이때 전송로의 출력 beam이 cross state인 경우 p 는 홀수, q 는 $8n+3$ 혹은 $8n+5$ 이다. bar state인 경우 p 는 짝수, q 는 $8n+1$ 혹은 $8n+7$ 이다. ($n=0,1,2,3,\dots$)

두 파장대의 결합 길이 비율은 도파로의 구조와 파장에 따라 달라지게 되는데, 이 경우 하나의 도파로에서의 전송이기 때문에 구조에 의한 차이는 없게 되고, strong-guiding 도파로인 경우, 결합 길이 비율은 결국에는 두 파장의 비율과 같게 된다. 식 (2)에서 보는 바와 같이 파장이 달라지게 되면, 결합 길이가 달라지게 된다. 따라서, 광필터의 길이는 두 파장대의 길이가 같아지게 되는 임의의 정수에 의해서 결정되어진다. 소자의 길이를 도출하기 위한 파라미터인 비트 길이 비율(beat length ratio)은 식(13)과 같이 된다.

$$\text{beat length ratio}_{1,2} = L_{\pi N=1}^{\lambda_1} / L_{\pi N=4}^{\lambda_2} = \frac{4p}{q} \quad \text{식(13)}$$

상기 제3 실시예에서, strong guiding이 되는 buried 구조의 Silica-on-Silicon 다중 모드 도파로(폭(W)은 $36\mu\text{m}$, 두께(d)는 $6\mu\text{m}$)의 코어(core)에 Ge를 도핑하여 클래드(clad) 부분의 굴절률보다 0.75%의 차이가 나도록 하면, $n_{\text{core}} = 1.3692$, $n_{\text{clad}} = 1.3590$ 된다. 이때 적용되는 파장이 $\lambda_1 = 1550\text{nm}$ 와 $\lambda_2 = 1310\text{nm}$ 인 경우, 비트 길이 비율($4p/q$)이 최대한 1.183에 근접하며 길이가 최소일 때는 8/7이 되며,

$$L = 8 \cdot \frac{3}{4} L_{\pi}^{1550} \approx 7 \cdot \frac{3}{4} L_{\pi}^{1310} = 11032.1\mu\text{m} \text{ 이 된다.}$$

다중 모드 간섭을 이용한 필터의 제4 실시예는 제4 도에 보인 바와 같이, 다중 모드 도파로(폭은 W, 길이는 L)는 모든 유기 모드를 도파로 내에 완벽하게 가두는(Strong Guiding) 구조의 도파로로서, 제1파장(λ_1)의 수신 광검출기인 PD(Photo Detector), 제2파장(λ_2)의 송신 광원 LD(Laser Diode), 전송로인 광성유와 모니터용 광검출기 mPD의 입출력 단자로 구성된다. 전송로로부터 입력 beam(λ_1)은 수신 광검출기로 진행하게 되며, cross 혹은 bar state (제3도 (a),(b))에 하나의 자기 상을 맞는다. 송신 광원의 출력beam(λ_2)은 상의 강도(intensity)와 상대위상(relative phase)에 따른 겹침 현상 (image overlapping)에 의해서 5개의 상이 2개의 상으로 겹쳐져서 전송로(78%)와 모니터용 광검출기(22%)로 전달되는 것을 특징으로 한다.

입력 위치가 표 1에 나타난 바와 같이, 다중 모드 도파로의 W/5, 2W/5, 3W/5와 4W/5의 조합일 경우, 일반 간섭(general interference)을 이용하게 되면, 원하는 개수의 자기 상이 맞는 길이는 제1 실시예의 식(1)과 식(2)에 의해서 다음과 같이 표현된다.

$$L_{N=1}^{\lambda_1} = p(3L_{\pi}^{\lambda_1}) \quad , \quad L_{N=5}^{\lambda_2} = \frac{q}{5}(3L_{\pi}^{\lambda_2}) \quad \text{식(14)}$$

여기서 L_N^{λ} 에서 N은 자기 상의 개수, $\lambda_{1,2}$ 는 파장을 나타내고, p 와 q 는 임의의 정수이다. 이때 전송로의 출력 beam이 cross state인 경우와 bar state인 경우의 p 와 q 는 표 1과 같다.

두 파장대의 결합 길이 비율은 도파로의 구조와 파장에 따라 달라지게 되는데, 이 경우 하나의 도파로에서의 전송이기 때문에 구조에 의한 차이는 없게 되고, strong-guiding 도파로인 경우, 결합 길이 비율은 결국에는 두 파장의 비율과 같게 된다. 식 (2)에서 보는 바와 같이 파장이 달라지게 되면, 결합 길이가 달라지게 된다. 따라서, 광필터의 길이는 두 파장대의 길이가 같아지게 되는 임의의 정수에 의해서 결정되어진다. 소자의 길이를 도출하기 위한 파라미터인 비트 길이 비율(beat length ratio)은 식(15)과 같이 된다.

$$\text{beat length ratio}_{1,2} = L_{\pi N=1}^{\lambda_1} / L_{\pi N=5}^{\lambda_2} = \frac{5p}{q} \quad \text{식(15)}$$

상기 제4 실시예에서, strong guiding이 되는 buried 구조의 Silica-on-Silicon 다중 모드 도파로(폭(W)은 $36\mu\text{m}$, 두께(d)는 $6\mu\text{m}$)의 코어(core)에 Ge를 도핑하여 클래드(clad) 부분의 굴절률보다 0.75%의 차이가 나도록 하면, n

$n_{\text{core}} = 1.3692$, $n_{\text{clad}} = 1.3590$ 된다. 이때 적용되는 파장이 $\lambda_1 = 1550\text{nm}$ 와 $\lambda_2 = 1310\text{nm}$ 인 경우, 비트 길이 비율($5p/q$)이 최대한 1.183에 근접하여 길이가 최소일 때는 15/13이 되며,

$$L = 15 \cdot \frac{3}{5} L_{\pi}^{1550} \approx 13 \cdot \frac{3}{4} L_{\pi}^{1310} = 16553.1 \mu\text{m} \text{이 된다.}$$

표 1

다중 모드 도파로의 입출력 단자위치에 따른 p, q 의 조합

구 분		cross state				bar state			
PD	LD	fiber	mPD	p	q	fiber	mPD	p	q
w/5	2w/5	4w/5	2w/5	홀수	$10n \pm 2$	w/5	3w/5	짝수	$10n \pm 3$
	3w/5				$10n \pm 3$				$10n \pm 2$
	4w/5				$10n \pm 4$				$10n \pm 1$
2w/5	w/5	3w/5	w/5	홀수	$10n \pm 2$	2w/5	4w/5	짝수	$10n \pm 3$
	3w/5				$10n \pm 4$				$10n \pm 1$
	4w/5				$10n \pm 3$				$10n \pm 2$
3w/5	w/5	2w/5	4w/5	홀수	$10n \pm 3$	3w/5	w/5	짝수	$10n \pm 2$
	2w/5				$10n \pm 4$				$10n \pm 1$
	4w/5				$10n \pm 2$				$10n \pm 3$
4w/5	w/5	w/5	3w/5	홀수	$10n \pm 4$	4w/5	2w/5	짝수	$10n \pm 1$
	2w/5				$10n \pm 3$				$10n \pm 2$
	3w/5				$10n \pm 2$				$10n \pm 3$

($n=0, 1, 2, 3, \dots$)

발명의 효과

다중 모드 간섭을 이용한 광 필터는 광전력 분배 비율의 예측이 가능하며, 제작 허용 오차가 크고, 크기가 작고, 분극에 민감하지 않은 출력 특성으로 인하여 WDM 시스템 및 양방향 송수신용 광 모듈에 적용할 경우 최적의 동작특성을 기대할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

소정의 폭과 길이를 갖는 스트롱 가이드(strong guiding) 도파로 구조의 필터에 있어서, 일측에 송신 광원과 수신 광검출기를 직접 혹은 전송로를 통하여 커플링하고, 반대측에 전송로를 직접 혹은 전송로를 통하여 커플링하여, 소정의 위치에 연결된 제2파장의 송신 광원의 광전력이 길이방향으로 반대측의 전송로로 전량 전달되고, 동시에, 전송로로부터 입사되는 제1파장의 수신 광전력이, 제2파장의 송신광원과 동일한 축의 소정의 지점에 위치한 수신 광검출기로 전량 전달되도록 하는 것을 특징으로 하는 다중 모드간섭을 이용한 광필터.

청구항 2.

제1항에 있어서, 송신 광원, 수신 광검출기와 전송로 사이의 길이는, 적용되는 광파장 및/또는 비트 길이 비율에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 3.

제1항에 있어서, 송신 광원과 수신 광검출기는 필터의 폭 방향에 대해 3등분점에 위치하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 4.

제1항에 있어서, 전송로는 필터의 폭 방향에 대해 3등분점에 위치하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 5.

소정의 폭과 길이를 갖는 스트롱 가이드(strong guiding) 도파로 구조의 필터에 있어서, 일측에 송신 광원과 수신 광검출기를 직접 혹은 전송로를 통하여 커플링하고, 반대측에 전송로와 모니터링 광검출기를 직접 혹은 전송로를 통하여 커플링하여, 소정의 위치에 연결된 제2파장의 송신 광원의 광전력이 길이방향으로 반대측의 전송로 및 모니터링 광 검출기로 소정의 비율로 분배되어 전달되고, 동시에, 전송로로부터 입사되는 제1파장의 수신 광전력이, 제2파장의 송신 광원과 동일한 축의 소정의 지점에 위치한 수신 광검출기로 전량 전달되도록 하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 6.

제5항에 있어서, 송신 광원, 수신 광검출기 그리고 전송로, 모니터용 광검출기 사이의 길이는, 적용되는 광파장 및/또는 비트 길이 비율에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 7.

제5항에 있어서, 송신 광원과 수신 광검출기는 필터의 폭 방향에 대해 3등분점에 위치하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 8.

제5항에 있어서, 송신 광원과 수신 광검출기는 필터의 폭 방향에 대해 4등분점에 위치하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 9.

제5항에 있어서, 송신 광원과 수신 광검출기는 필터의 폭 방향에 대해 5등분점에 위치하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 10.

제5항에 있어서, 전송로 및 모니터용 광 검출기는 필터의 폭 방향에 대해 3등분점에 위치하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 11.

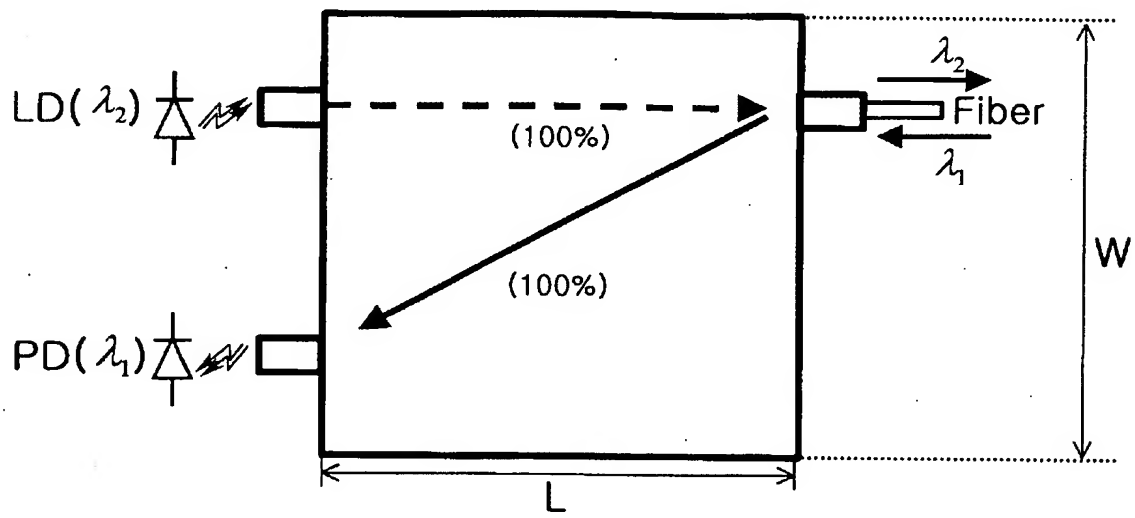
제5항에 있어서, 전송로 및 모니터용 광 검출기는 필터의 폭 방향에 대해 4등분점에 위치하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

청구항 12.

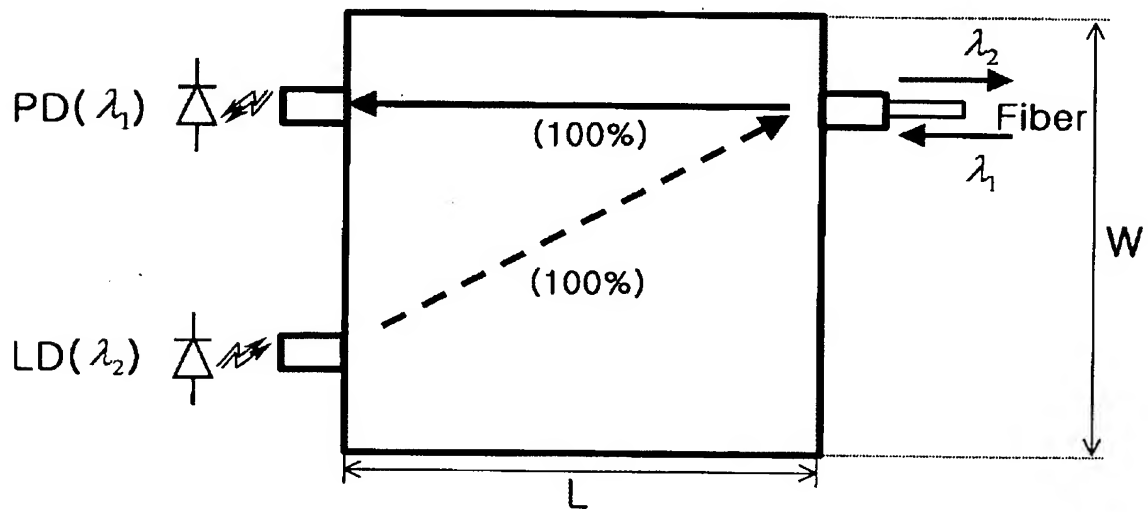
제5항에 있어서, 전송로 및 모니터용 광 검출기는 필터의 폭 방향에 대해 5등분점에 위치하는 것을 특징으로 하는 다중 모드 간섭을 이용한 광필터.

도면

도면 1

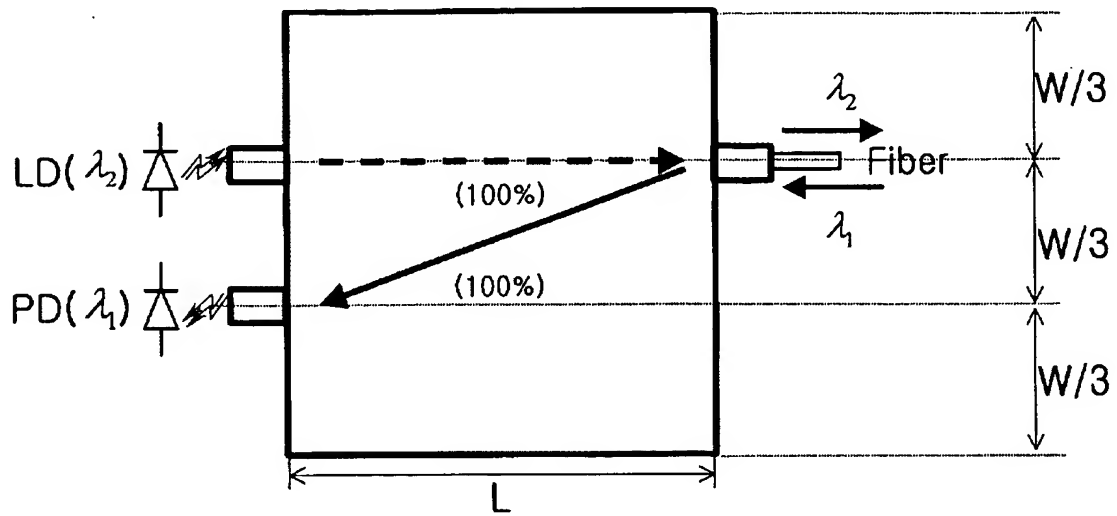


(a)

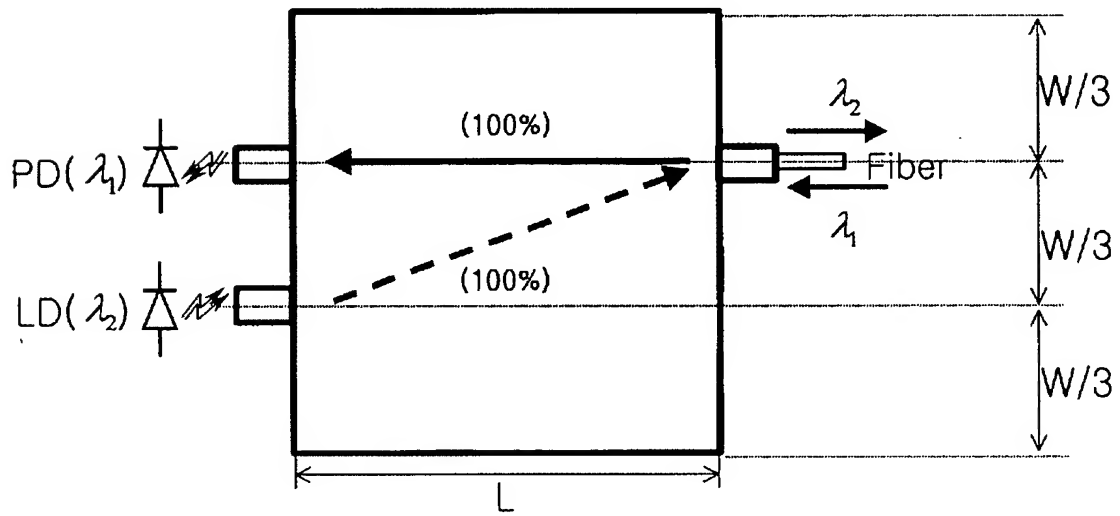


(b)

도면 1a

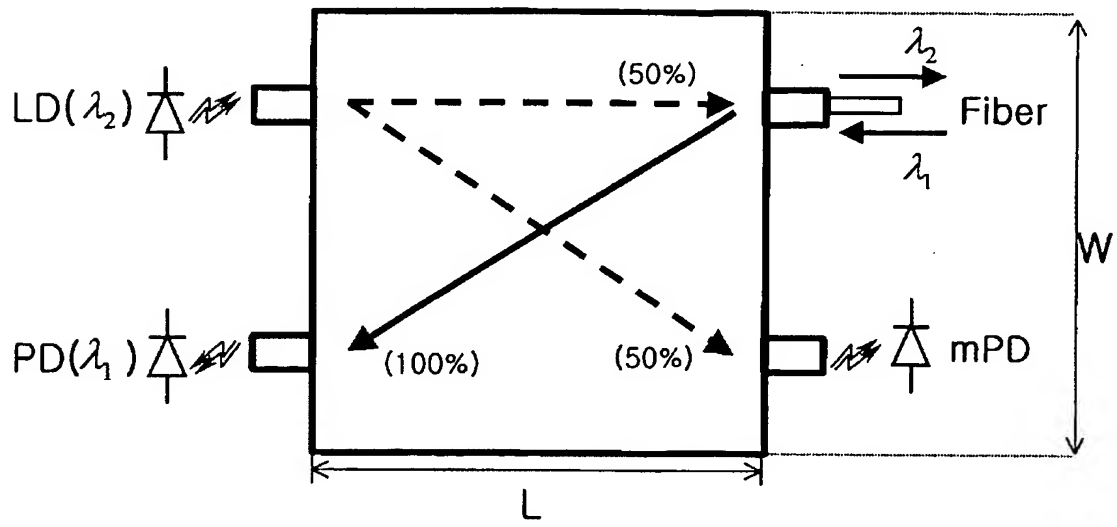


(c)

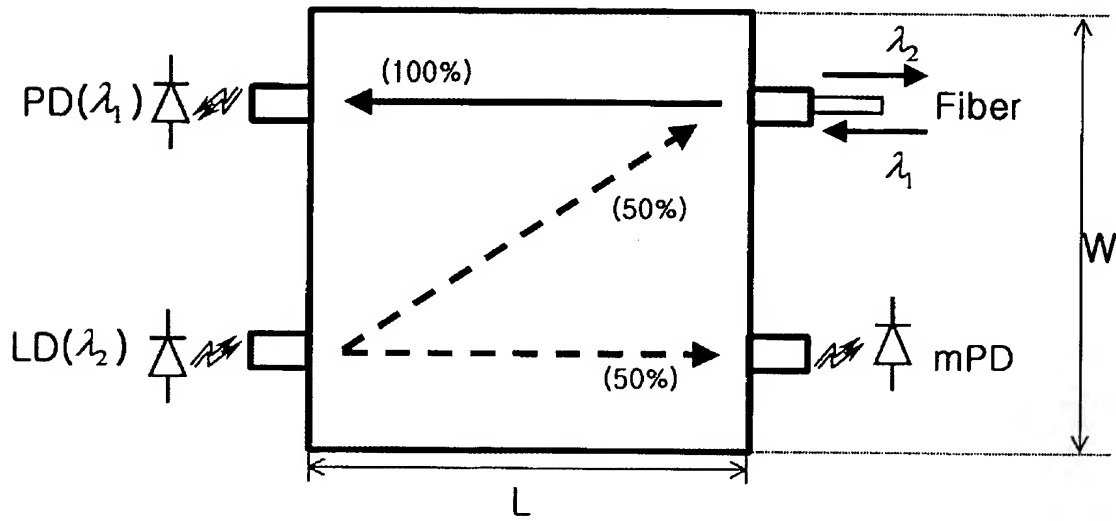


(d)

도면 2

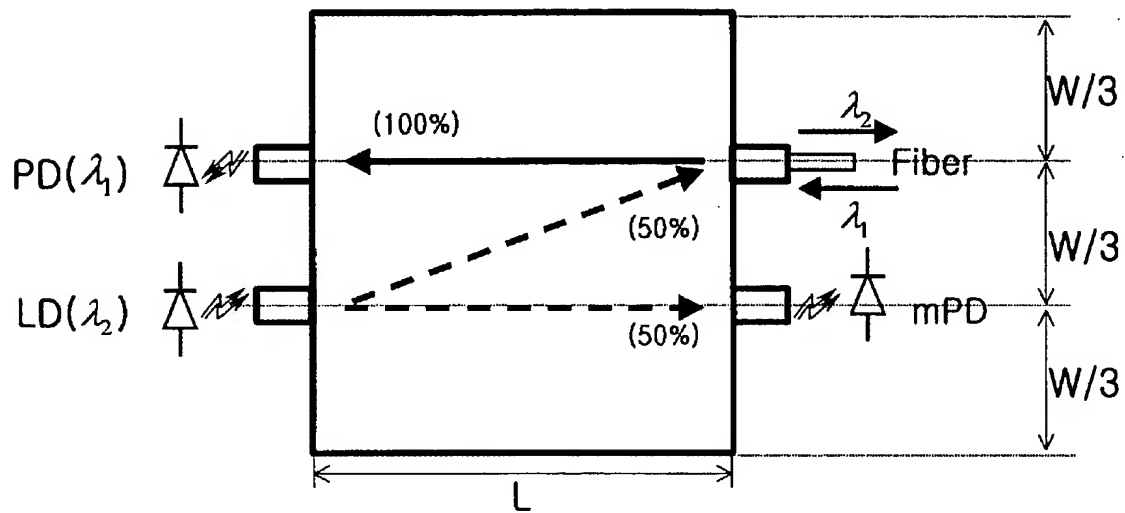
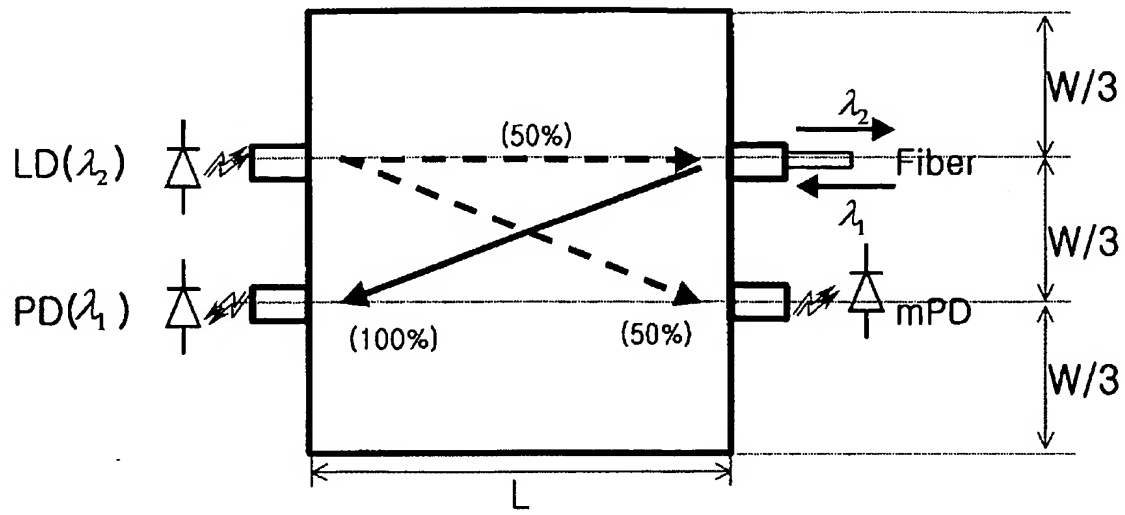


(a)

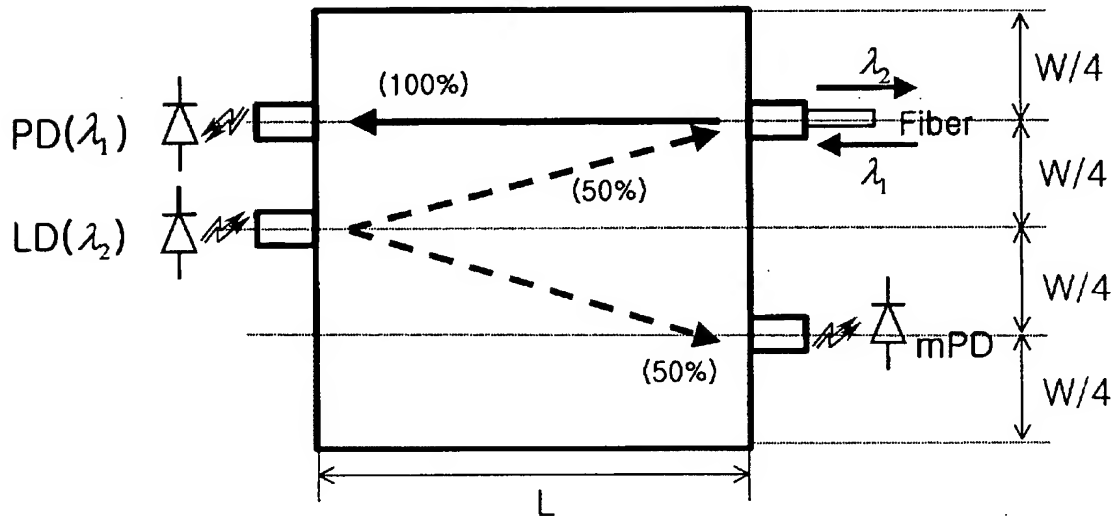
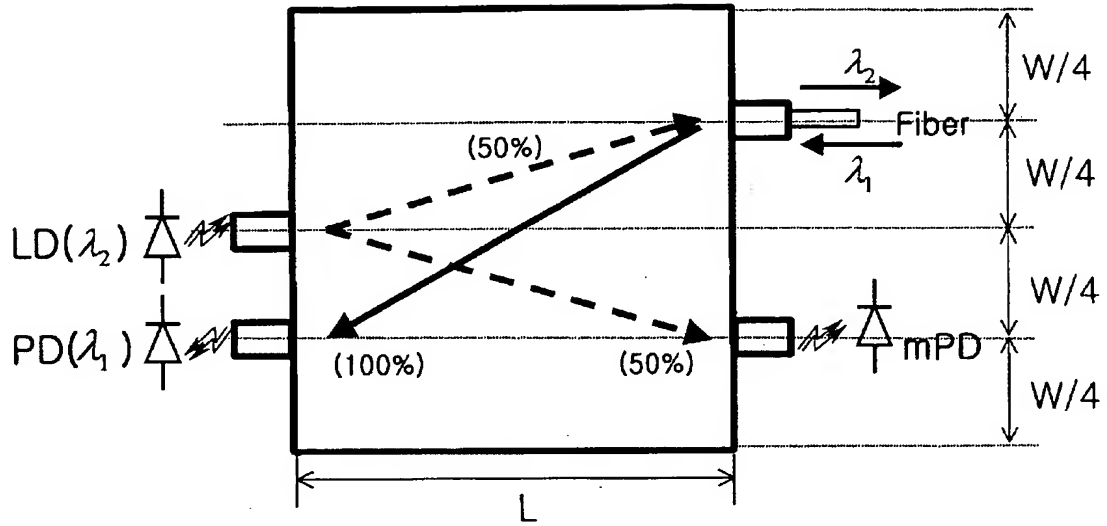


(b)

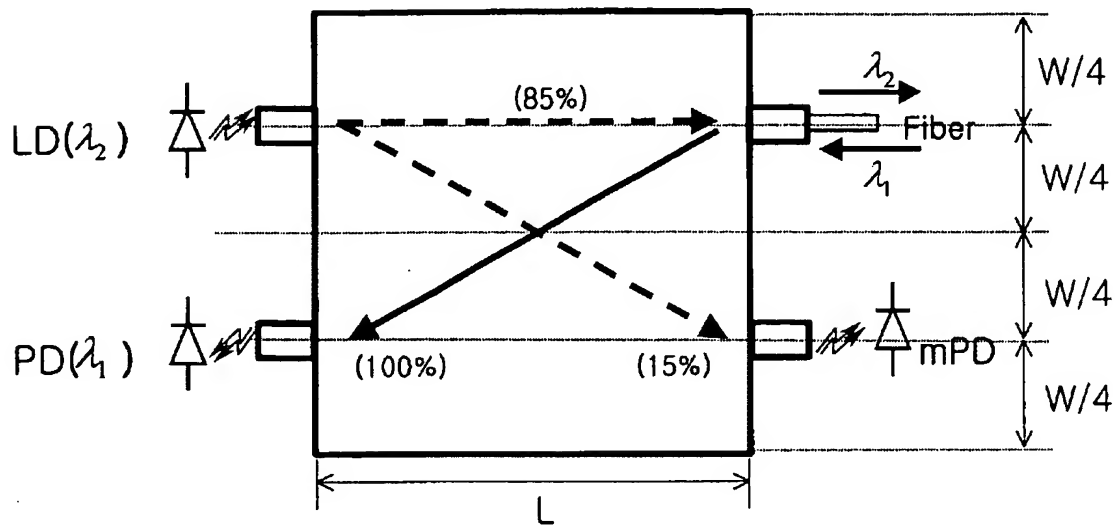
도면 2a



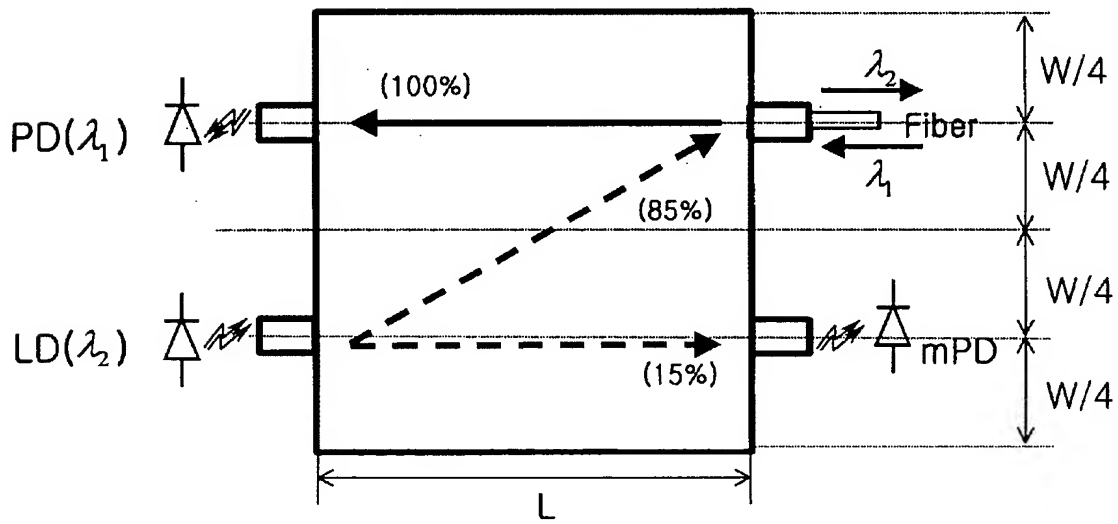
도면 2b



도면 3



(a)



(b)

도면 4

